تصدر عن الجمعية الليبية للعلوم التربوية والإنسانية ISSN 3135-4564
https://alqurtas.alandalus-libya.org.ly/ojs/index.php/qjhar/index مَجلّة عِلميّة مُحكّمة نِصف سَنويّة

دراســـة التغـــــير في الغطـاء النبـــــاتي في بلدية جادو-جبل نفوسه

السيفاو سعيد يوسف كاكح*
طالب دكتوراه الأكاديمية الليبية جنزور/ قسم الجغرافيا شعبة الطبيعية
sifawkakeh@gmail.com
0009-0004-1390-2983
محمد عمرو محمد الشتوي ، طالب بمرحلة الماجستير الأكاديمية الليبية.
mshetwe07@gmail.com
تاريخ الارسال 2026/6/12م تاريخ القبول 2026/7/14م

Study of the Changes in Vegetation Cover in Ghadau Municipality - Jabal Nafusa

Saied Yousef Kakeh Alfaw
PhD Student, Libyan Academy, Genzour / Department of Geography, Physical Division
sifawkakeh@gmail.com

Abstract
This study examines the spatial and temporal changes in vegetation cover within Jadu Municipality, located in the Nafusa Mountain region of western Libya, during the period from 1996 to 2015. Landsat satellite imagery and the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) were utilized to assess vegetation density and detect changes over time, using Geographic Information Systems (GIS) for spatial analysis and classification.
The results reveal a substantial increase in green areas, rising from 11,250 hectares in 1996 to 302,759 hectares in 2015. This significant expansion is largely attributed to agricultural development and land-reclamation activities across the region. The study highlights the effectiveness of remote sensing and GIS techniques in monitoring environmental changes and emphasizes the importance of continuous vegetation assessment to support sustainable natural-resource management and environmental planning.

حقوق النشر © للمؤلف/للمؤلفين 2026. ينشر هذا البحث بموجب رخصة المشاع الإبداعي Creative Commons (CC BY-NC 4.0)

Keywords:
) 2_Vegetation cover (NDVI 1_Temporal change
_ Geographic Information Systems . 4 _Remote sensing3

الملخـــــــــــــص:

تبحث هذه الدراسة في التغيرات المكانية والزمانية في الغطاء النباتي داخل بلدية جادو الواقعة في منطقة جبل نفوسة بغرب ليبيا خلال الفترة من 1996 إلى 2015. تم استخدام (NDVI) لتقييم كثافة الغطاء النباتي واكتشاف التغييرات بمرور الوقت ، باستخدام أنظمة المعلومات الجغرافية (GIS) للتحليل المكاني والتصنيف. تكشف النتائج عن زيادة كبيرة في المساحات الخضراء ، حيث ارتفعت من 11.250 هكتارًا في عام 1996 إلى 302.759 هكتارًا في عام 2015. ويعزى هذا التوسع الكبير إلى حد كبير إلى التنمية الزراعية وأنشطة استصلاح الأراضي في جميع أنحاء المنطقة. تسلط الدراسة الضوء على فعالية تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في مراقبة التغيرات البيئية وتؤكد على أهمية التقييم المستمر للنباتات لدعم الإدارة المستدامة للموارد الطبيعية والتخطيط البيئي.

الكلمات المفتاحية: الغطاء النباتي NDVI . التغير الزمان. الاستشعار عن بُعد GIS . نظم المعلومات الجغرافية (GIS)

المقدمة:

يعد الغطاء النباتي عنصرًا أساسيًا في استقرار النظم البيئية ودعم العمليات الحيوية، خاصةً في المناطق الجافة وشبه الجافة مثل إقليم جبل نفوسة، الذي يشهد ضغوطًا بيئية وبشرية متزايدة تشمل التوسع الزراعي والتغيرات المناخية (بن ناجي، 2018). ومع التطور المتسارع في تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية، أصبحت هذه الأدوات من أكثر الوسائل فعالية في رصد ديناميكية الغطاء النباتي وتحليل تغيراته المكانية والزمانية بدقة عالية (Lillesand et al., 2015).

ويُعد مؤشر الفرق النباتي المعياري NDVI أحد أشهر المؤشرات الطيفية المستخدمة عالميًا في تقييم كثافة الغطاء النباتي، نظرًا لحساسيته العالية للانعكاسات الطيفية لنباتات المناطق الجافة (USGS, 2020).

وبناءً على ذلك، تسعى هذه الدراسة إلى تحليل التغيرات التي طرأت على الغطاء النباتي في بلدية جادو – جبل نفوسة ما بين عامي 1996 و2015 باستخدام صور

Landsat وتقنيـات GIS، بمـا يقـدم رؤيـة علميـة دقيقـة حـول حالـة البيئـة الجبليـة بالمنطقة.

مشكلة الدراسة:

على الرغم من وجود جهود بحثية سابقة تناولت الغطـاء النبـاتي فـي بعـض منـاطق ليبيا، إلا أن الدراسات التي ركزت على التغير الزمنـي والمكـاني فـي الغطـاء النبـاتي داخل جبل نفوسة باستخدام صور Landsat ما تزال محـدودة (العجيلـي، 2020؛ بـن مادي، 2019).

وتبرز المشكلة في غياب قاعدة بيانات حديثة وموثوقة توضـح اتجاهـات التغيـر فـي الغطاء النباتي خـلال العقـدين الأخيـرين، خاصـة فـي ظـل النشـاط الزراعـي المتزايـد والتقلبات المناخية المتكررة التي تشهدها المنطقة (Aburas et al., 2019).

ومن هنا تطرح الدراسة سؤالها الرئيسي:

كيف تغيّر الغطاء النباتي في بلدية جادو بين 1996 و2015، وما العوامل المؤثرة فـي هذا التغير؟

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى تحقيق مجموعة من الأهداف العلمية، من أبرزها:

1. رصد التغيرات المكانية والزمانية في الغطاء النبـاتي باسـتخدام بيانـات Landsat (USGS, 2020).
2. اسـتخدام مؤشـر NDVI لتقـدير كثافـة الغطـاء النبـاتي فـي الفتـرتين المدروسـتين (Lillesand et al., 2015).
3. إعداد خرائط مكانية عالية الدقة تعتمد على التحليل المكـاني داخـل بيئـة ArcGIS (ESRI, 2019).
4. تفسير العوامل البشرية والبيئية التي أسهمت في التغيـرات المرصـودة (بـن نـاجي، 2018).
5. تقديم توصيات عملية تعزز الإدارة المستدامة للموارد الطبيعية (العجيلي، 2020).

منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة منهجًا تحليليًا قائمًا على الاستشعار عن بُعد وGIS، وفـق الخطـوات التالية:

1. جمع البيانات.

تم الحصول على بيانـات Landsat TM لعـام 1996 وLandsat OLI لعـام 2015 مـن منصـة USGS، وهـي بيانـات معتمـدة دوليًـا فـي الدراسـات البيئيـة (USGS, 2020).

2. معالجة الصور.

تم تطبيق التصحيح الإشعاعي والجوّي والتصـحيح الهندسـي لتوحيـد جـودة البيانـات، وفق الأساليب المعتمدة في الدراسات الطيفية (Lillesand et al., 2015).

3. حساب NDVI

تم استخدام القنوات الطيفية الحمراء وتحت الحمراء القريبة، بناءً علـى صـيغ ومعـايير التحليل الطيفي المعتمدة عالميًا (Elmahdy & Mohamed, 2018).

4. تحليل التغير (Change Detection)

تم استخدام المقارنة بـين صـور 1996 و2015 باسـتخدام أدوات Spatial Analyst داخـل ArcGIS، وفـق الأسـلوب الـذي أوصـت بـه الدراسـات الجغرافيـة الحديثـة (ESRI, 2019).

5. إنتاج الخرائط

تم الاعتماد على تقنيات التحليل المكاني لإنتاج الخرائط الرقمية بدقة عالية، وهو منهج شائع في الدراسات الجغرافية التطبيقية (Aburas et al., 2019)

منطقة الدراسة :

مدينة جادو (وتعرف أحيانًا باسم "فساطو") هي إحدى مـدن الجبـل الغربـي فـي ليبيـا، وتتميـز بموقعهـا الجغرافـي الفريـد وثرائهـا الثقـافي والتـاريخي. فيمـا يلـي معلومـات تفصيلية حول موقع المدينة وبعض خصائصها،

الموقع الجغرافي :

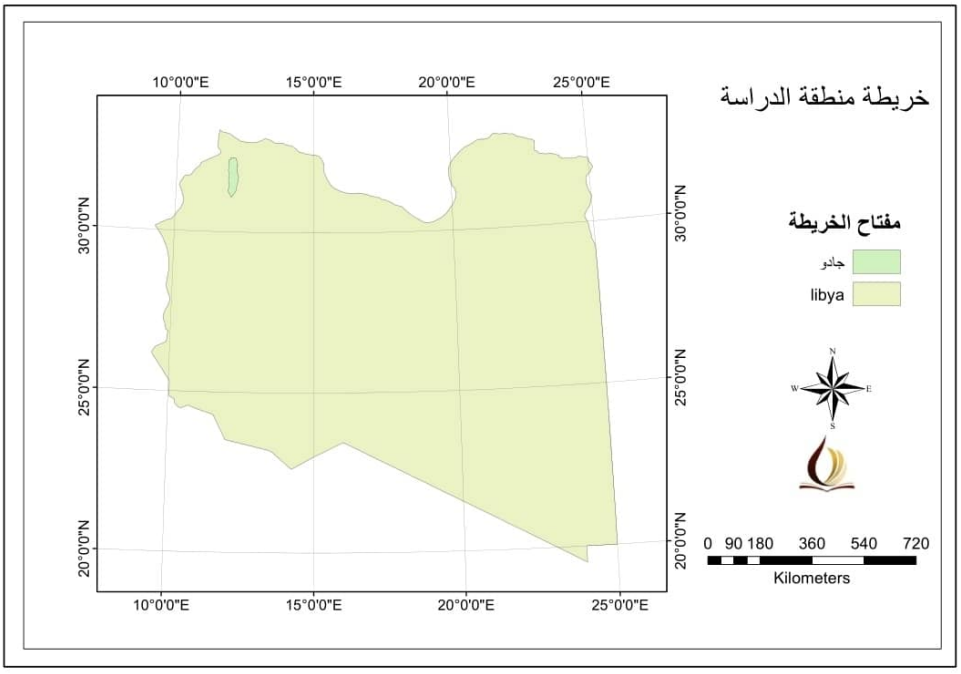
الإحداثيات الجغرافية: 31.9584° شمالًا، 12.0204° شرقًا. الموقع الفلكي: تقـع بـين خطي عرض 31° و 32° شمالًا، وخطي طول 12° و 13° شرقًا. تبعد عن طـرابلس حوالي 180 كم إلى الجنوب الغربي.

الحدود الجغرافية :

تحد مدينة جادو: من الشرق: بلدية الرجبان. من الغرب: بلدية الرحيبات. مـن الشـمال: سهل الجفارة. من الجنوب الحمادة الحمـراء. المسـاحة تتبـع مدينـة جـادو بلديـة جـادو ضمن شعبية الجفارة، التي تبلغ مساحتها الإجمالية حوالي 2,666 كم^2.

تتألف مدينة جادو من عدة بلدات ومناطق سكنية، منها: جادو المركز جناون مزو رقرق تمزدة ويفات الجماري اندباس مزغورة يوجلين اوشباري طرميسن يُقدر عدد الأسر في بلدية جادو بحوالي 22,713 نسمة، حسب تعداد عام 2012. الهيئة العامة للمعلومات . "النتائج النهائية للتعداد العام للسكان عام 2012م"

شكل (1) يوضح الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحث استنادا إلى المرئية الفضائية باستخدام برنامج ArcGIS 10.8.2

تتميز منطقة الدراسة، بخصائص طبيعية متنوعة تجعلها منطقة فريدة من نوعها. فيما يلي أبرز هذه الخصائص:

التضاريس :

تقع منطقة الدراسة ضمن سلسلة جبال نفوسة التي تعد من أبرز المعالم الجغرافية في المنطقة. تتميز هذه السلسلة بارتفاعها المفاجئ إلى الجنوب من سهل جفارة، مما يجعل جوانبها الشمالية تبدو كحوائط أو جروف شديدة الانحدار تشرف على السهل. أما الجوانب الجنوبية فتنحدر تدريجيًا نحو الجنوب حتى تنتهي في منطقة القبلة التي تفصلها عن المنحدرات الشمالية للحمادة الحمراء. تختلف ارتفاعات هذه السلسلة من

منطقة إلى أخرى، حيث يبلغ أقصى ارتفاع لها حوالي 885 مترًا في ، بينما يتراوح ارتفاعها في مناطق أخرى بين 400 و730 مترًا.

المناخ :

يتميز مناخ منطقة الدراسة بأنه شبه جاف، مع تساقطات أمطار غير منتظمة. وقد دفع هذا المناخ سكان المنطقة إلى تطوير تقنيات مبتكرة لجمع وتخزين مياه الأمطار، مثل بناء الفحوص (خزانات المياه) والأحواض المائية على سفوح الجبال. تُعتبر هذه المنشآت مثالًا على التنمية المستدامة لموارد المياه في ظل الظروف المناخية القاسية. حامد، سعيد علي. "بيوت الحفر (الدواميس) في جبل نفوسة." ميراث ليبيا.

الغطاء النباتي:

تتميز منطقه الدراسة بتنوع نباتي ملحوظ، حيث تنتشر الغابات والأشجار المثمرة مثل الزيتون والتين والعنب. تساهم هذه النباتات في تعزيز التنوع البيولوجي وتوفير مصادر غذائية للسكان المحليين.

الحياة البرية :

تعتبر المنطقة موطنًا للعديد من أنواع الحيوانات البرية، بما في ذلك الثدييات والطيور والزواحف. تساهم هذه الحياة البرية في الحفاظ على التوازن البيئي وتعزز من أهمية المنطقة كمورد طبيعي.

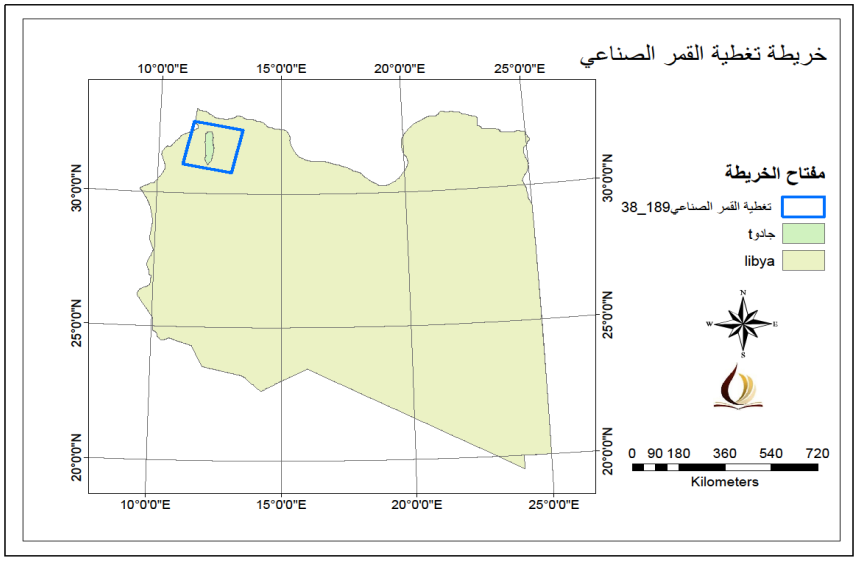
الموارد المائية :

على الرغم من قلة الموارد المائية السطحية، إلا أن جبل نفوسة ومنطقة الدراسة يعتمد بشكل كبير على المياه الجوفية. تُستخدم هذه المياه في الري والشرب، وتُعتبر مصدرًا حيويًا للسكان والزراعة في المنطقة.

التربة والأنشطة الزراعية.

تتميز التربة بخصوبتها، مما يجعلها مناسبة للزراعة. يمارس السكان المحليون الزراعة التقليدية، حيث يزرعون محاصيل متنوعة مثل الحبوب والخضروات والفواكه. تُعتبر الزراعة مصدرًا رئيسيًا للرزق في المنطقة. زايد، أسماء موسى علي. "التنمية المستدامة لمياه الأمطار بجبل نفوسة في كتاب القسمة للفرسطائي." مجلة القسمة المستدامة لمياه التنمية.

شكل(2) يوضح دليل لوحة لاندسات المستخدم في الدراسة



المصدر: عمل الباحث استنادا إلى المرئية الفضائية باستخدام برنامج ArcGIS 10.8.2

تظهر الصورة خريطة تغطية القمر الصناعي لمنطقة الدراسة الواقعة في شمال غرب ليبيا، حيث تمثل الخريطة التوزيع الجغرافي للمدى الفضائي المستخدم ضمن الدراسة. يتضح من خلال الخريطة أن المنطقة المحددة بحدود زرقاء (المشار إليها بالترميز 189_38) تمثل مشهد القمر الصناعي الذي أُعتمد عليه في التحليل المكاني. ويظهر موقع المنطقة داخل الحدود السياسية لدولة ليبيا، وذلك باستخدام نظام الإحداثيات الجغرافية (خطوط الطول والعرض) بدرجاتها المحددة على جوانب الخريطة.

الجانب التطبيقي:

تم العمل في الجانب العملي على المقارنة بين صور فضائية للقمر الصناعي لاندسات لأعوام مختلفة و هي الصور الملتقطة في سنة 1996 و الصور الملتقطة في سنة 2015 في نفس الشهر حيث تم عمل الآتي:

1- استقطاع منطقة الدراسة

2-إنتاج خريطة NDVI لمنطقة الدراسة للصورتين

4- إنتاج خريطة الغطاء النباتي عن طريق استبعاد القيم الأقل من 0.2 من خريطة ال NDVI للصورتين

5- إنتاج خريطة Change Detection و إنتاج جدول يبين الاختلاف في التغير في المساحات

و بالتحديد اعتمدت المقارنة على حصر التغيرات الحاصلة في الغطاء النباتي استنادا على معادلة ال NDVI والتي يستخدم فيها القناة الخاصة بالأشعة تحت حمراءIR و كذلك الأشعة الحمراء R المنعكسة من الكلوروفيل الموجود في النباتات

و سيتم الشرح بالتفصيل على كل نقطة من النقاط السابقة.

الأدوات و البيانات المستخدمة في الدراسة

1- برنامج ArcGIS

هو برنامج نظام معلومات جغرافية (GIS) متكامل وشامل يتيح للمستخدمين إنشاء وتحرير وتحليل وعرض البيانات الجغرافية المكانية.

يتم استخدامه في العديد من المجالات مثل الجغرافيا والعلوم البيئية والهندسة والتخطيط العمراني والأعمال التجارية والحكومية والدفاعية.

يتضمن برنامج ArcGIS مجموعة كبيرة من الأدوات والتطبيقات التي تمكن المستخدمين من إجراء تحليلات معقدة على البيانات الجغرافية، وإنشاء الخرائط والرسوم البيانية المختلفة لعرض النتائج، والتفاعل مع البيانات الجغرافية في الوقت الحقيقي.

يتيح للمستخدمين أيضًا تحميل البيانات الجغرافية من مصادر مختلفة ودمجها مع بياناتهم الخاصة.

يشتمل برنامج ArcGIS على عدد كبير من التطبيقات والأدوات، مثل: ArcMap و ArcCatalog و ArcScene و ArcGlobe و ArcGIS Pro و ArcGIS Online و ArcGIS Enterprise.

يتيح هذا البرنامج للمستخدمين استخدام الأدوات والتطبيقات التي تناسب احتياجاتهم وتوفير الحلول المتكاملة لمشاريعهم الجغرافية."ESRI ، الشركة المطورة للبرنامج"

2- بيانات القمر الصناعي لاندسات

بيانات الرادار اللاسلكي عن بعد(SRTM (Shuttle Radar Mission Topography

إنتاج خريطة NDVI لمنطقة الدراسة للصورتين

مقدمة مراقبة الغطاء النباتي باستخدام (Normalized Difference Vegetation Index - NDVI)

هـي تقنيـةNDVI تسـتخدم لتحديـد كثافـة النبـات وصـحته فـي المنـاطق الريفيـة والحضرية عن طريق وظيفة (Function) في برامج النظم الجغرافيـة و تسـتخدم نتيجة هذه الخاصية في العديد من المجـالات، بمـا فـي ذلـك الزراعـة، وإدارة المـوارد الطبيعية، والبحوث البيئية، وعلوم الأرض، وتعتبر هذه التقنية أحـد الأدوات الرئيسـية لتحديد صحة النباتات وكثافتها في المناطق الريفية والحضرية.

خطوات عمل صورة NDVI :

للحصول على صورة NDVI ، يتم اتباع الخطوات التالية:

1. الحصول على قناتين من صورة فضائية : الأولى تحتوي على الإشـعاع المـنعكس من الأشـعة تحـت الحمـراء NIR، والثانيـة تحتـوي علـى الإشـعاع المـنعكس مـن الأشعة الضوئية الحمراءR.
2. تحويـل الصـورتين إلـى تنسـيق رقمـي (Digital Number - DN) باسـتخدام برنامج تحويل الصور عن طريق خاصـية pick و التـي تسـمح بـإجراء المعادلـة الرياضية الخاصة بعملية NDVI
3. تسجيل القيم الرقمية DN لكل صورة في نموذج معادلـة .NDVI يمكـن اسـتخدام الصيغة التالية:
4. NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red) حيث NIR هـي الإشـعاع المنعكس من الأشعة تحـت الحمـراء و Red هـي الإشـعاع المـنعكس مـن الأشـعة الضوئية الحمراء.
5. حسـاب NDVI لكـل بكسـل فـي الصـورة باسـتخدام القـيم الرقميـة DN ونمـوذج معادلة.NDVI
6. تحويـل قـيم NDVI إلـى صـورة بتنسـيق الألـوان، حيـث تتمثـل القـيم العاليـة فـي الألوان الزرقاء والخضـراء والصـفراء، والقـيم المنخفضـة فـي الألـوان البرتقاليـة والحمراء والبنية.
7. تحليل الصورة NDVI المولدة باستخدام برامج تحليل الصور، مثل تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية وبرامج إدارة البيانات. يمكـن اسـتخدام هـذه البـرامج لتحليـل البيانات وتحديد الأماكن التي تحتاج إلى الرعاية الزراعية والمنـاطق التـي تحتـاج

إلى الحفاظ عليها وتطويره ولاستعمال هذه المعادلة يجب فهم القناة الخاصة بهذه الأشعة فمثلا القمر الصناعي لاندسات من 4 الى7 يكون ترتيب القنوات القناة الثالثة للأشعة الحمراء و القناة الرابعة للأشعة التحت حمراء و في القمر الصناعي لاندسات 8 ترتيب القنوات 4 و 5 و ذلك كما هو موضح في المعادلة الأتية :

$$\text{Landsat } 4-7 = \text{NDVI} = \frac{\text{Band4}-\text{Band3}}{\text{Band 4}+\text{Band3}}$$

مقدمة مراقبة الغطاء النباتي باستخدام (Normalized Difference Vegetation Index - NDVI) " *موقع* USGS *حول* NDVI"

هي تقنيةNDVI تستخدم لتحديد كثافة النبات وصحته في المناطق الريفية والحضرية عن طريق وظيفة (Function) في برامج النظم الجغرافية و تستخدم نتيجة هذه الخاصية في العديد من المجالات، بما في ذلك الزراعة، وإدارة الموارد الطبيعية، والبحوث البيئية، وعلوم الأرض، وتعتبر هذه التقنية أحد الأدوات الرئيسية لتحديد صحة النباتات وكثافتها في المناطق الريفية والحضرية.

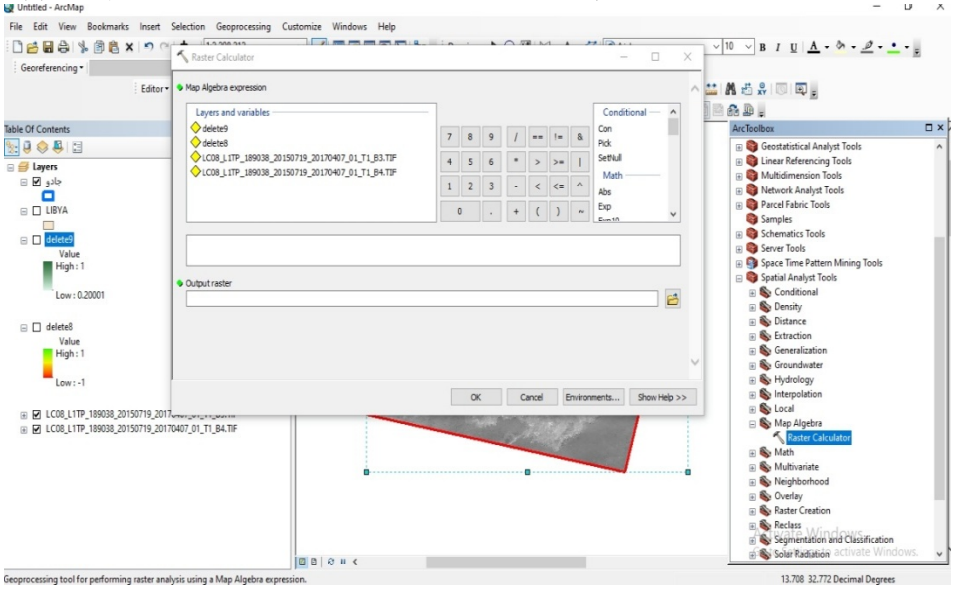
8. الحصول على قناتين من صورة فضائية : الأولى تحتوي على الإشعاع المنعكس من الأشعة تحت الحمراء NIR، والثانية تحتوي على الإشعاع المنعكس من الأشعة الضوئية الحمراءR.
9. تحويل الصورتين إلى تنسيق رقمي (Digital Number - DN) باستخدام برنامج تحويل الصور عن طريق خاصية pick و التي تسمح بإجراء المعادلة الرياضية الخاصة بعملية NDVI
10. تسجيل القيم الرقمية DN لكل صورة في نموذج معادلة .NDVI يمكن استخدام الصيغة التالية:
11. NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red). حيث NIR هي الإشعاع المنعكس من الأشعة تحت الحمراء و Red هي الإشعاع المنعكس من الأشعة الضوئية الحمراء.
12. حساب NDVI لكل بكسل في الصورة باستخدام القيم الرقمية DN ونموذج معادلة.NDVI
13. تحويل قيم NDVI إلى صورة بتنسيق الألوان، حيث تتمثل القيم العالية في الألوان الزرقاء والخضراء والصفراء، والقيم المنخفضة في الألوان البرتقالية والحمراء والبنية.

14.تحليل الصورة NDVI المولدة باستخدام برامج تحليل الصور، مثل تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية وبرامج إدارة البيانات. يمكن استخدام هذه البرامج لتحليل البيانات وتحديد الأماكن التي تحتاج إلى الرعاية الزراعية والمناطق التي تحتاج إلى الحفاظ عليها وتطويره.

ولاستعمال هذه المعادلة يجب فهم القناة الخاصة بهذه الأشعة فمثلا القمر الصناعي لاندسات من 4 الى7 يكون ترتيب القنوات القناة الثالثة للأشعة الحمراء و القناة الرابعة للأشعة التحت حمراء و في القمر الصناعي لاندسات 8 ترتيب القنوات 4 و 5 و ذلك كما هو موضح في المعادلة الأتية $\text{NDVI} = \frac{\text{Band4}-\text{Band3}}{\text{Band 4}+\text{Band3}}$ Landsat 4−7.

"دليل القنوات الطيفية لأقمار Landsat"

يوضح خطوات عمل المؤشر الغطاء النباتي للمرئيات الفضائية لاندسات لسنوات2015-1996م شكل(3)



المصدر: عمل الباحث استنادا إلى المرئية الفضائية باستخدام برنامج Gis A10.8.2

يوضح شكل (3) استخدام أداة حاسبة الراستر (Raster Calculator) في برنامج ArcMap لتحليل البيانات النقطية. يتم إجراء عمليات رياضية على طبقات بيانات نقطية (مثل صور الأقمار الصناعية) باستخدام Map Algebra لإنشاء طبقة ناتجة جديدة. المعادلات في الأداة تسمح بحسابات مثل الجمع والطرح بين الصور المختلفة، مع استخدام أدوات مساعدة مثل SetNull و Conditional للتحكم في القيم. هذه

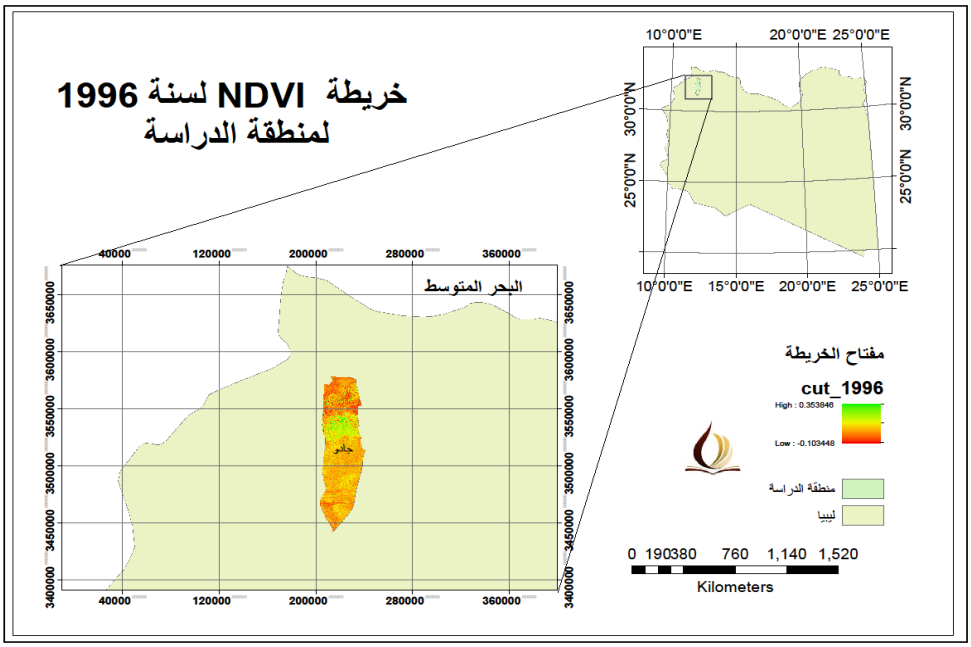
العمليات تُستخدم في تحليل البيانات الجغرافية مثل مراقبة التغيرات البيئية أو استشعار التغيرات في الغطاء النباتي.

إنتاج خريطة الغطاء النباتي عن طريق استبعاد القيم الأقل من 0.2 من خريطة ال NDVI وهي خريطة ناتجة عن استخلاص القيم الأكثر من 0.20 وهي القيم التي تمثل الغطاء النباتي فكلما كانت القيمة أقر للقيمة 1كان الغطاء النباتي جيد و تنتج هذه الخريطة عن طريق :

TOOLS Spatial analysis Map algabre

PicK (ndvi map > 0.20)(ndvi)

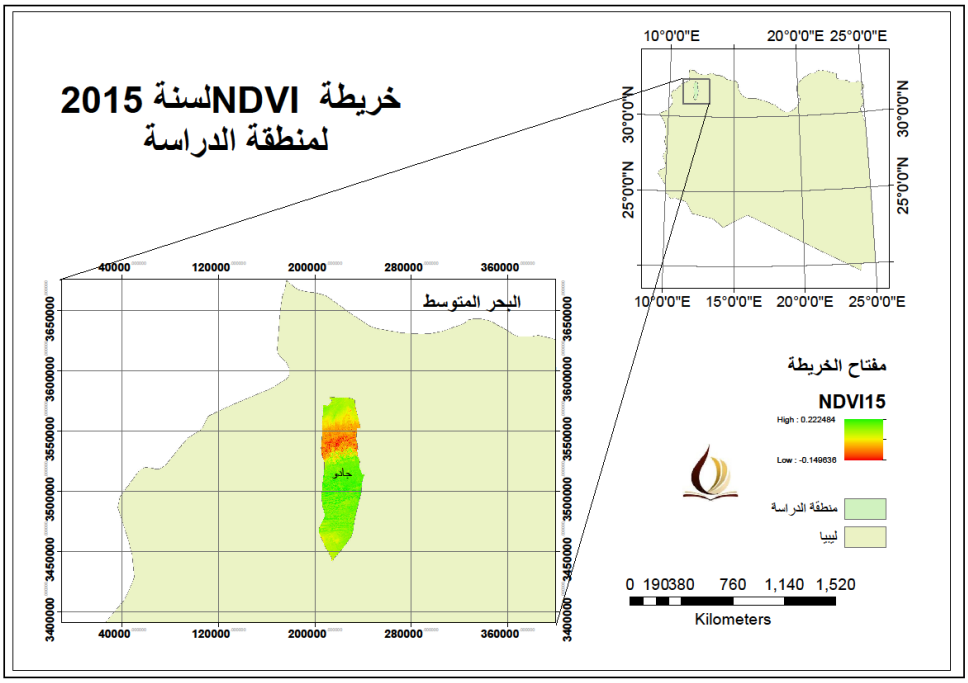
شكل(4) يوضح مؤشر NDVI لسنة 1996 لمنطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحث استنادا إلى المرئية الفضائية باستخدام برنامج ArcGIS 10.8.2

يوضح شكل (4) خريطة مؤشر NDVI لعام 1996 لمنطقة دراسية باستخدام برنامج ArcGIS 10.8.2. مؤشر NDVI يُستخدم لقياس كثافة الغطاء النباتي، حيث تظهر الألوان الخضراء مناطق ذات غطاء نباتي كثيف، والألوان الحمراء تشير إلى مناطق قاحلة أو غير نباتية. يُظهر الرسم البياني في الأسفل توزيع قيم NDVI عبر المنطقة المدروسة. الخريطة تُستخدم لتحليل التغيرات البيئية والمساعدة في مراقبة الغطاء النباتي وتطبيقات التخطيط البيئي.

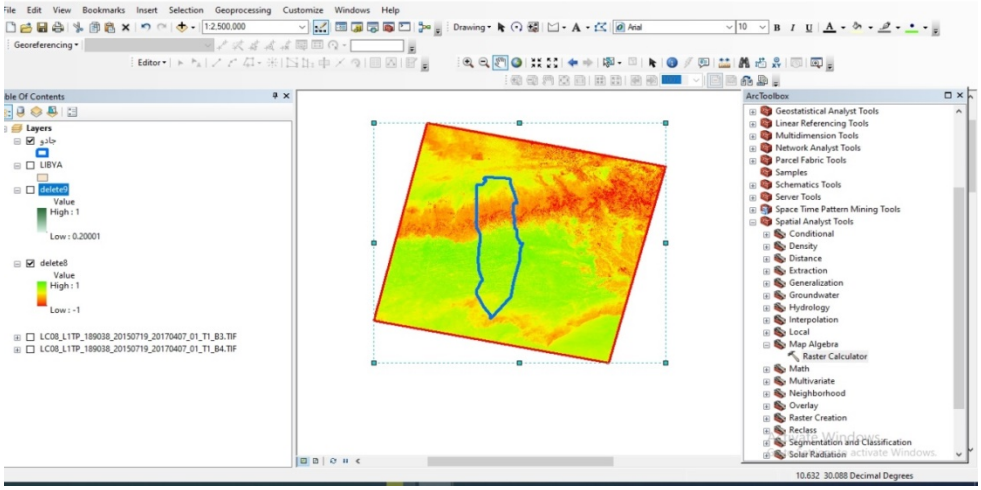
شكل(5) يوضح مؤشر NDVI لسنة2015 لمنطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحث استنادا إلى المرئية الفضائية باستخدام برنامج ArcGIS 10.8.2

يوضح شكل (5) خريطة مؤشر NDVI لعام 2015 لمنطقة دراسية باستخدام برنامج ArcGIS 10.8.2. مؤشر NDVI يُستخدم لقياس كثافة الغطاء النباتي، حيث تظهر الألوان الخضراء مناطق ذات غطاء نباتي كثيف، والألوان الحمراء تشير إلى مناطق قاحلة أو غير نباتية. يُظهر الرسم البياني في الأسفل توزيع قيم NDVI عبر المنطقة المدروسة. الخريطة تُستخدم لتحليل التغيرات البيئية والمساعدة في مراقبة الغطاء النباتي وتطبيقات التخطيط البيئي.

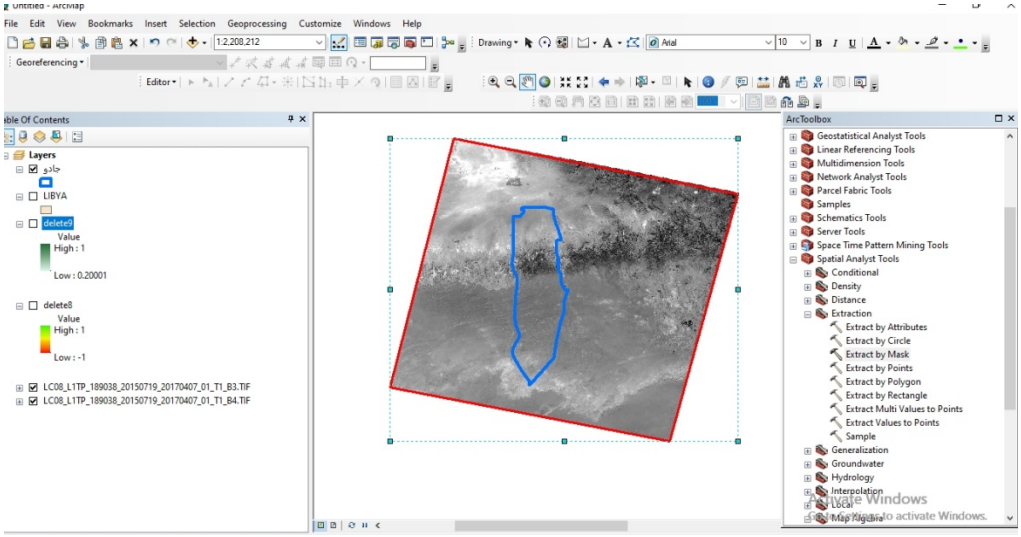
شكل(6) تحليل البيانات الجغرافية باستخدام نظام المعلومات الجغرافية



المصدر: عمل الباحث استنادا إلى المرئية الفضائية باستخدام برنامج ArcGIS 10.8.2

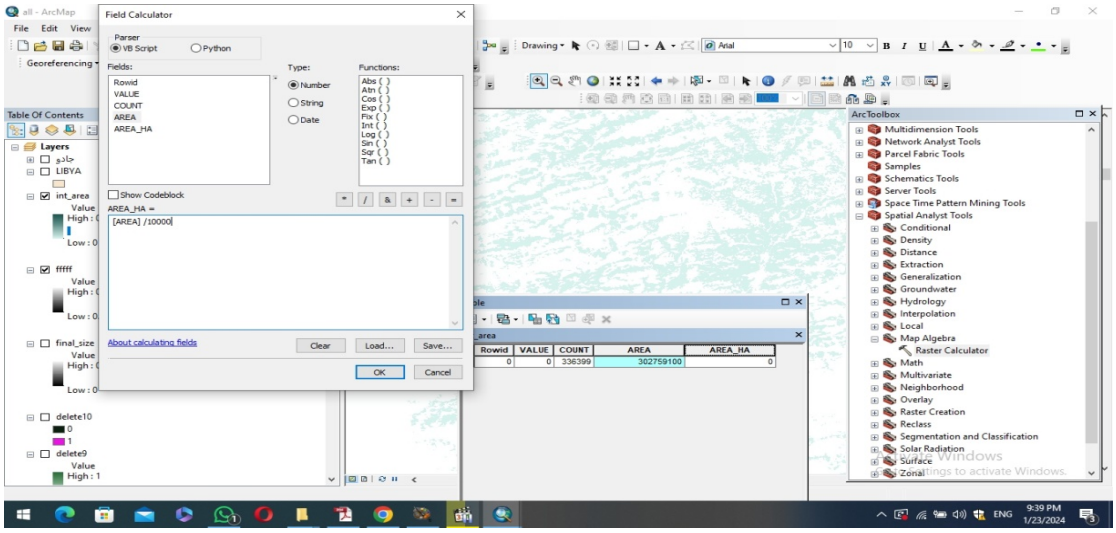
يوضح شكل (6) الخريطة المعروضة تُظهر تدرجًا لونيًا يوضح توزيع متغير معين عبر منطقة جغرافية. الألوان تتراوح من الأخضر الداكن إلى الأحمر، مما يشير إلى تباين القيم في المنطقة، حيث يشير اللون الأخضر إلى القيم المنخفضة واللون الأحمر إلى القيم المرتفعة. هذا التدرج اللوني يساعد في التعرف البصري على المناطق ذات القيم العالية والمنخفضة.

يوضح خطوات تحليل البيانات الجغرافية باستخدام نظام المعلومات الجغرافية شكل(7)



المصدر: عمل الباحث استنادا إلى المرئية الفضائية باستخدام برنامج ArcGIS **10.8.2**

لحساب مساحات الأراضي وتحويلها إلى هكتارات **Field Calculator** فيArcGIS شكل(8) يوضح



المصدر: عمل الباحث استنادا إلى المرئية الفضائية باستخدام برنامج ArcGIS **10.8.2**

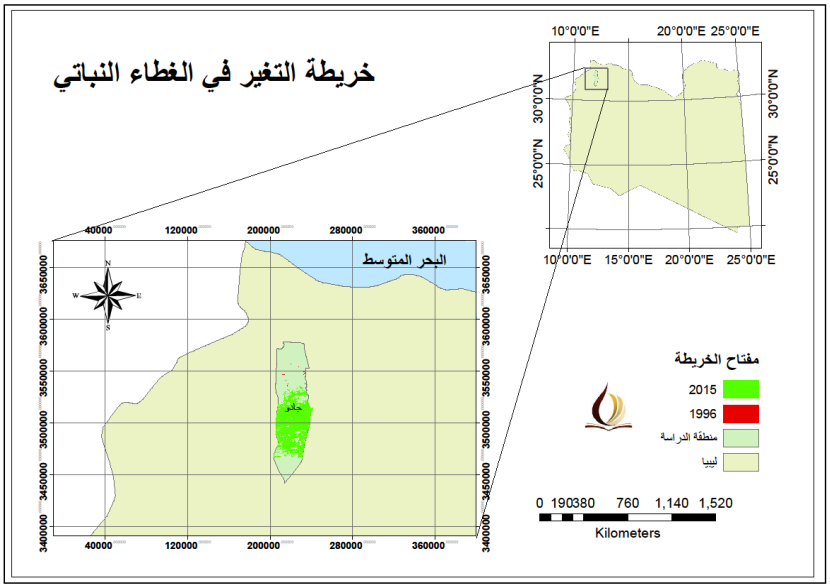
تُعد هذه العملية جزءًا من تحليل البيانات المكانية في نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، حيث يتم استخدام أدوات ArcGIS لتحويل بيانات المساحات بين وحدات قياس مختلفة. التحويل من المتر المربع إلى الهكتار يُستخدم عادة في دراسات

التخطيط العمراني، الزراعة، والدراسات البيئية. عملية الحساب هذه تُسهم في فهم أفضل للتوزيعات الجغرافية للموارد الطبيعية واستخدام الأراضي.

إنتاج خريطة Change Detection و وتوضيح الاختلاف في التغير في المساحات

تتم هذه العملية عن طريق اعتمادا عن استخراج قيم خريطة ال NDVI الأكثر من 0.20 و التي تمثل انعكاسات الغطاء النباتي حيث كلما اقتربت القيمة من 1 كان الغطاء جيد و كثيف و سيتم مناقشة النتائج هذه الخريطة في مناقشة النتائج.

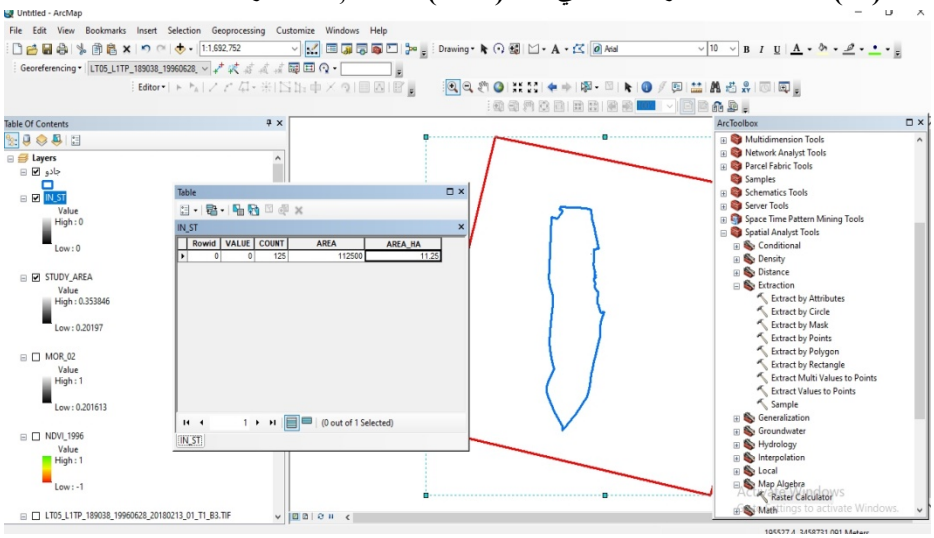
شكل (9) يوضح خريطة التغير في القطاع النباتي دراسة مقارنة للبيانات الزمنية 1996 و2015



المصدر: عمل الباحث استنادا إلى المرئية الفضائية باستخدام برنامج 10.8.2 ArcGIS

في هذه الخريطة، يتم مقارنة الغطاء النباتي في عام 1996 مع الغطاء النباتي في عام 2015. اللون الأخضر يمثل المناطق الخضراء في عام 2015، بينما اللون الأحمر يُظهر مناطق الغطاء النباتي في عام 1996.

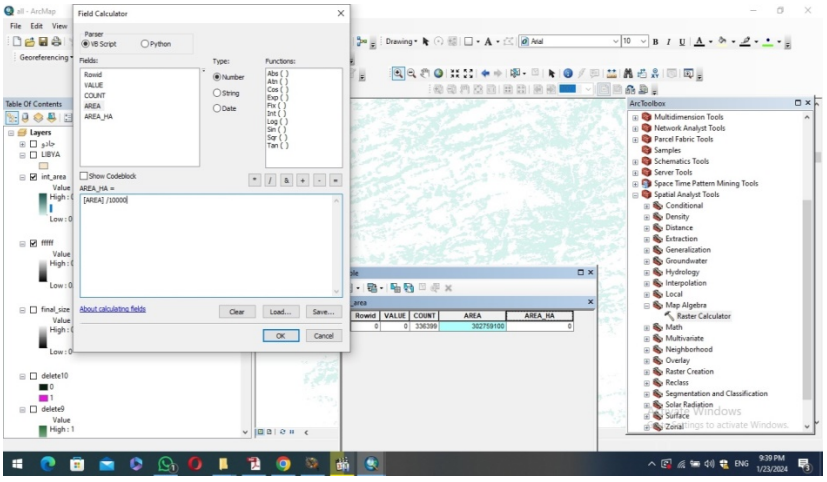
شكل (10) المساحات الخضراء كانت في سنة (1996) 11,250 هكتار



المصدر: عمل الباحث استنادا إلى المرئية الفضائية باستخدام برنامج ArcGIS 10.8.2

الشكل يوضح أن المساحات الخضراء في عام 1996 تم حسابها باستخدام أداة Field Calculator في برنامج ArcMap، حيث تم تحويل المساحة إلى وحدة الهكتار. وفقًا للنتائج المعروضة في الجدول، فإن المساحة الخضراء في 1996 كانت 11,250 هكتار، مما يشير إلى الغطاء النباتي المتاح في تلك الفترة.

شـــكل (11) المســـاحات الخضـــراء كانـــت فـــي ســـنة (2015) 302,759 هكتـــار



المصدر: عمل الباحث استنادا إلى المرئية الفضائية باستخدام برنامج ArcGIS 10.8.2

الشكل (11) يوضح أن المساحات الخضراء في عام 2015 تم حسابها باستخدام أداة Field Calculator في برنامج ArcMap، حيث تم تحويل المساحات من المتر المربع إلى الهكتار. وفقًا للنتائج المعروضة، فإن المساحة الخضراء في عام 2015 بلغت 302,759 هكتار، ما يعكس التوسع في المساحات الخضراء خلال تلك الفترة.

النتائج وتفسيرها العلمي:

قيم خريطة NDVI

تتراوح قيم البكسل من -1 إلى +1، حيث تعبر القيم الموجبة عن وجود مزيد من النباتات الخضراء والحية، وكلما زادت القيم الموجبة فإن ذلك يشير إلى وجود مستويات أعلى من النباتات الحية. وبالمقابل، تعبر القيم السالبة عن وجود أقل كمية من النباتات الخضراء والحية، وكلما انخفضت القيم السالبة فإن ذلك يشير إلى وجود مستويات أقل من النباتات الخضراء. وبشكل عام، يمكن استخدام تلك القيم لتحليل وتقييم النمو النباتي والتغيرات في النظام البيئي ومراقبة التغيرات في الاستخدامات الأرضية وغيرها من التطبيقات البيئية والزراعية.

أظهرت نتائج تحليل مؤشر الفرق الطبيعي للغطاء النباتي (NDVI) باستخدام صور الأقمار الصناعية من عام 1996 إلى 2015 أن هناك زيادة كبيرة في المساحات الخضراء بمنطقة جبل نفوسة. في عام 1996، كانت المساحات الخضراء تقدر بـ 11,250 هكتارًا، بينما في عام 2015، ارتفعت إلى 302,759 هكتارًا. هذه الزيادة الكبيرة في المساحات الخضراء تعكس التغيرات الهامة التي طرأت على المنطقة في تلك الفترة.

تفسير التغيرات:

1. توسع الأراضي الزراعية:

التوسع الكبير في المساحات الخضراء يُعزى بشكل رئيسي إلى التوسع في الزراعة والمشاريع الزراعية التي بدأت في منطقة الجفارة ومنطقة جبل نفوسة. يُحتمل أن هذه المناطق شهدت إدخال تقنيات جديدة للري والزراعة، مما سمح بتحسين الإنتاجية الزراعية وتحويل مساحات أكبر إلى أراضٍ مزروعة.

2. الأنشطة الزراعية المتزايدة:

هذا التوسع في الأراضي الزراعية يمكن أن يكون نتيجة للسياسات الزراعية التي دعمت تطوير الأراضي في المنطقة، مثل زيادة الدعم للمزارعين وتوفير التقنيات الحديثة التي تساعد في تحسين جودة الأرض وزيادة الكثافة الزراعية

3. تأثير التغيرات المناخية والبيئية:

بالإضافة إلى العوامل البشرية، قد تكون التغيرات المناخية قد ساهمت في زيادة الإنتاجية الزراعية. على سبيل المثال، زيادة معدلات الأمطار في السنوات الأخيرة قد تكون قد ساعدت في تعزيز نمو النباتات وغطاء النباتات في المنطقة.

4. استخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد وGIS:

أدوات الاستشعار عن بُعد وGIS أثبتت فعاليتها في رصد هذه التغيرات البيئية بدقة عالية، ما يسمح بتوفير بيانات دقيقة لرصد التغيرات في الأراضي الزراعية. كما تساعد هذه الأدوات في مراقبة التوزيع الجغرافي للنباتات وبالتالي فهم التغيرات المكانية والزمانية للغطاء النباتي.

5. الزيادة في كثافة الغطاء النباتي:

التزايد في كثافة الغطاء النباتي يمكن أن يكون نتيجة لاستخدام أساليب أفضل في الزراعة مثل التوسع في الزراعة المستدامة، مما يعكس نجاح جهود الحفاظ على البيئة من خلال الزراعة المنظمة والمخططة.

التفسير البيئي والاجتماعي:

الأثر البيئي: إن الزيادة في المساحات الخضراء تشير إلى تحسن في التوازن البيئي في المنطقة. فزيادة الغطاء النباتي تعمل على تحسين جودة التربة، منع التعرية، وزيادة قدرة الأراضي على الاحتفاظ بالمياه.

الأثر الاجتماعي والاقتصادي: التوسع في الزراعة قد يكون له آثار اجتماعية اقتصادية إيجابية، مثل تحسين دخل المزارعين، توفير فرص عمل جديدة، وتحسين مستوى المعيشة في المنطقة من خلال تطوير القطاع الزراعي.

النتيجة النهائية:

التوسع الكبير في المساحات الخضراء يمثل تحولًا إيجابيًا في المنطقة ويعكس تأثير السياسات الزراعية في تحسين البيئة الاقتصادية والاجتماعية. مع استخدام التقنيات الحديثة، أصبح من الممكن مراقبة التغيرات بشكل دقيق، مما يوفر بيانات مهمة لدعم القرارات المستقبلية حول إدارة الموارد الطبيعية.

التوصيـــــــات

من خلال هذه النتائج، يمكن التوصية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد وGIS بشكل مستمر لمراقبة وتحليل التغيرات في الغطاء النباتي. يجب تعزيز المبادرات

الزراعية المستدامة والتوسع في استخدامها للحفاظ على الأراضي الزراعية وضمان استدامة الموارد الطبيعية.

1. نتائج استعمال التقنيات المكانية و بيانات الأقمار الصناعية المهمة و القرب الكبير في محاكاتها للواقع تحتم علينا تكثيف الدراسات باستعمال هذه التقيات في مراقبة و تقييم الأراضي الزراعية و المشاريع الاستراتيجية.
2. التكثيف من العمل باستعمال التقنيات المكانية و بيانات الأقمار الصناعية في مراقبة و إدارة الموارد الطبيعية يوفر تكاليف و جهد العمل الحقلي .
3. العمل بالتقنيات الجيومكانية توفر معلومات يصعب توفيرها بالطرق التقليدية.
4. التنسيق وإقامة ورش العمل مع الجهات ذات العلاقة لتوحيد الجهود لإنشاء قاعدة بيانات جغرافية خاصة بالمراقبة الدورية للموارد الطبيعية و ذلك لمحافظة عليا و استدامتها.
5. تعزيز استخدام التقنيات الجيومكانية في دراسات المراقبة البيئية.
6. إنشاء قاعدة بيانات جغرافية دورية للموارد الطبيعية بالتعاون مع الجهات المعنية.
7. توفير الوقت والتكاليف عبر الاعتماد على التحليلات الرقمية بدل الطرق التقليدية.

بيان تضارب المصالـــح:

يُقر المؤلف بعدم وجود أي تضارب مالي أو علاقات شخصية معروفة قد تؤثر على العمل المذكور في هذه الورقة

المراجـــــــــــــع:

1. يـاووز شـفيق عبـد الله . أسـس تنميـة الغابـات . وزارة التعلـيم العـالي . جامعـة الموصل . العراق . 1988 م .
2. مرئيات الفضائية لسنوات 1996 ، 2015 م تم استخدام المرئيات الفضـائية نـوع القمر لاندسات أمريكي Landsat .
3. الهيئة العامة للمعلومات . النتائج النهائية للتعداد العام للسكان عام 2012م
4. حامد، سعيد علي. "بيوت الحفر (الدواميس) في جبل نفوسة." ميراث ليبيا.
5. التنمية المستدامة لمياه الأمطار بجبل نفوسة في كتاب القسمة للفرسطائي." مجلـة القسمة المستدامة لمياه التنمية.
6. بن ناجي، محمد علـي (2018). تحليـل التغيـرات فـي الغطـاء النبـاتي باسـتخدام الاستشعار عن بعد – سهل الجفارة. رسالة ماجستير، جامعة طرابلس.
7. العجيلـي، سـنية فـرج (2020). اسـتخدام نظـم المعلومـات الجغرافيـة فـي تقيـيم الموارد الطبيعية بجبل نفوسة. الأكاديمية الليبية.
8. بن مادي، فوزية علي (2019). التغيرات البيئية فـي المنـاطق الجبليـة باسـتخدام مرئيات Landsat. جامعة الزاوية.
9. ESRI، الشركة المطورة للبرنامج"
10. *موقع* USGS *حول* NDVI.
11. *"دليل القنوات الطيفية لأقمار* Landsat*"*

English References

1. Aburas, M., et al. (2019). GIS-Based Vegetation Assessment in Semi-Arid Regions of Libya. Environmental Earth Sciences, 78(6), 211–224.
2. Elmahdy, S., & Mohamed, E. (2018). Monitoring Vegetation Change Using NDVI Time-Series in Arid Regions. Remote Sensing Applications, 12(3), 44–57.
3. ESRI (2019). ArcGIS Spatial Analyst Tools Guide. ESRI Press.
4. Lillesand, T., Kiefer, R., & Chipman, J. (2015). Remote Sensing and Image Interpretation. Wiley.
5. USGS (2020). Landsat Surface Reflectance Documentation. U.S. Geological Survey.